PART3　遺伝子の発現調節

目標
・原核生物の遺伝子発現調節の機構を把握する。
・真核生物の遺伝子発現調節の機構を理解する。

Chapter1　原核生物における遺伝子発現調節

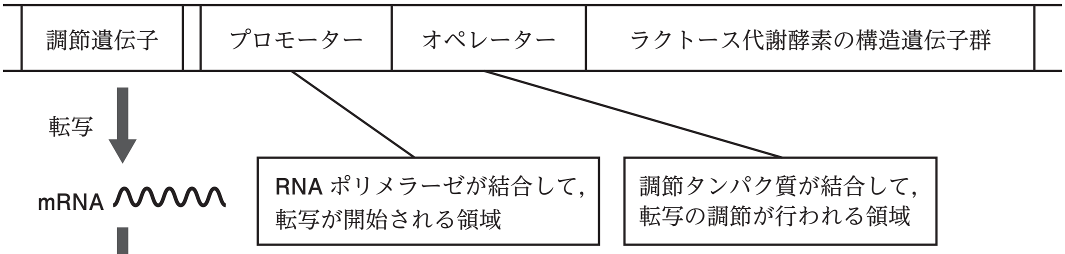
◆ 遺伝子の発現調節

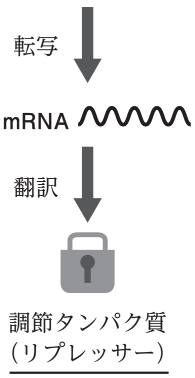
生物は多くの遺伝子をもっているが，すべての遺伝子を常に発現しているわけではない。発生段階や外部条件に応じて，どのような遺伝子が，どの程度発現するかが調節されている。

◆ 原核生物の遺伝子発現調節

（　　　　　　　）：酵素などのタンパク質のアミノ酸配列の情報をもつ遺伝子。
（　　　　　　　）：他の遺伝子の転写を調節する（　　　　　　　　）の遺伝子。
・転写を促進する調節タンパク質＝アクチベーター
・転写を抑制する調節タンパク質＝（　　　　　　　　）
（　　　　　　　　）：調節タンパク質が結合して，転写の調節が行われる領域。
原核生物では，オペレーターとよばれる。

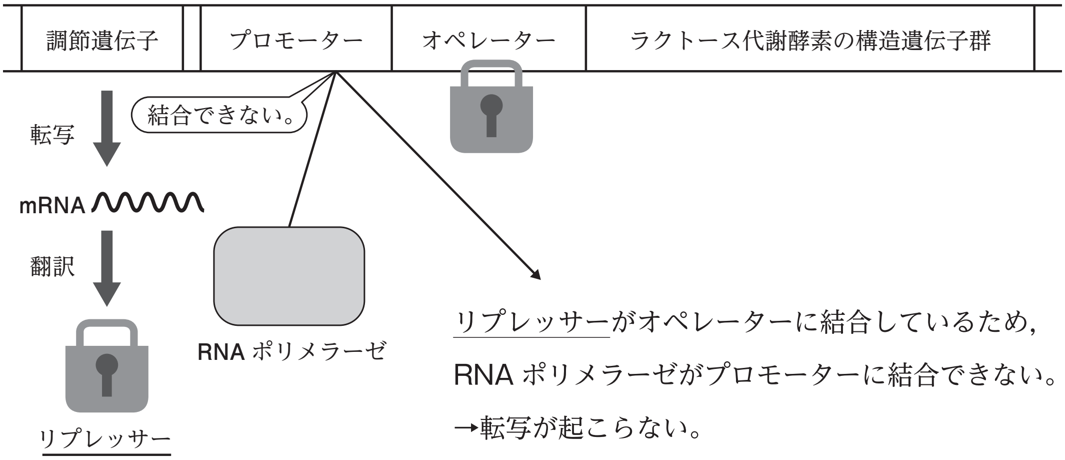
例 大腸菌のラクトース代謝酵素の合成調節
大腸菌がラクトースを分解しエネルギー源として利用するためには，３つの酵素が必要となる。





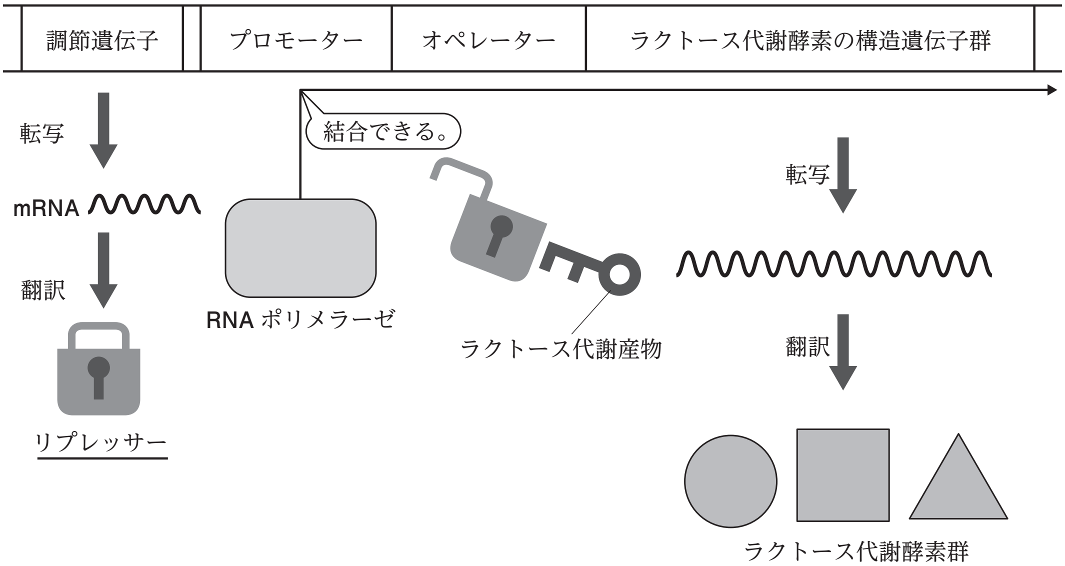
原核生物では，機能的に関連しているタンパク質の遺伝子は DNA 上で隣接して存在する。このような構造遺伝子のまとまりを，（　　　　　　）という。

・培地にラクトースがない場合



リプレッサーがオペレーターに結合しているため，
RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できない。
→転写が起こらない。

・培地にグルコースがなく，ラクトースがある場合



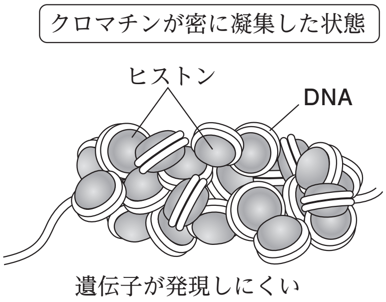
ラクトース代謝産物がリプレッサーに結合すると，リプレッサーの立体構造が変化してオペレーターから離れる。その結果，RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できるようになる。

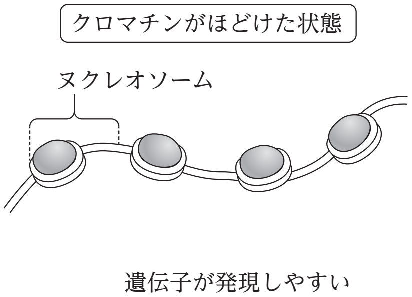
→転写が起こる。

Chapter2　真核生物のおける遺伝子発現調節

◆ クロマチンの状態による調節

真核生物の DNA は，核内で（　　　　　　）などのタンパク質とともに折りたたまれて（　　　　　　　）とよばれる構造を形成している。クロマチンの状態に応じて，遺伝子の発現のしやすさは変化する。

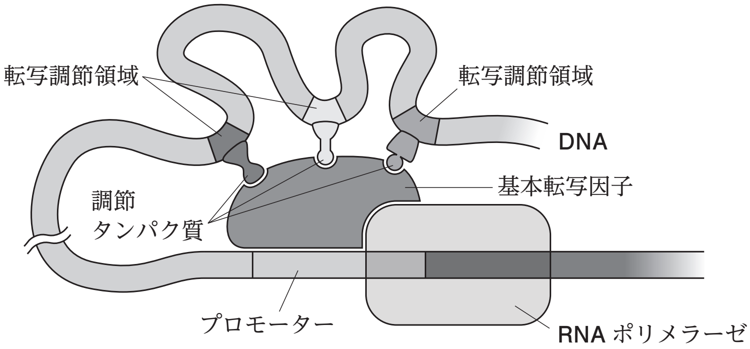




◆ 調節タンパク質による調節

真核生物では，1 つの構造遺伝子ごとに RNA ポリメラーゼが（　　　　　　　　　）と転写複合体を形成してプロモーターに結合することで転写は始まる。

さらに，目的の遺伝子から離れた位置に転写調節領域があり，この領域に結合した調節タンパク質が転写複合体に作用することで転写が調節される。



まとめ

- 原核生物の遺伝子発現は，オペロンを単位として，調節タンパク質によって転写が調節される。
- 真核生物の遺伝子発現には基本転写因子が必要であり，1 つの構造遺伝子ごとに複数の調節タンパク質によって転写が調節される。

Chapter3　演習問題

問１　以下の文を読み，（　ア　）～（　ウ　）に適切な語句を答えよ。また，下線 a，b の（　　　）内から適切なものを選べ。

大腸菌は通常グルコースを栄養源としているが，グルコースがなく，ラクトースを含む培地で培養すると，これを栄養源として生命活動に利用するようになる。グルコースを栄養源にしているときは，調節遺伝子の産物である（　ア　）が合成され，（　ア　）が DNA の（　イ　）とよばれる領域と a（結合・解離）している状態にある。しかし，ラクトースがあるときには，ラクトースから誘導された物質と（　ア　）が結合するため，（　ア　）と（　イ　）は b（結合・解離）する。このように（　イ　）により遺伝子発現が調節されている遺伝子群を（　ウ　）といい，このしくみは Jacob と Monod により提唱された。

問２　次の文中の空欄（　ア　）～（　エ　）に入る語句として最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つずつ選べ。

真核生物の DNA は（　ア　）タンパク質に巻きついて（　イ　）という構造をとっている。さらに（　イ　）が折りたたまれて（　ウ　）繊維という構造をとっている。このような状態では RNA ポリメラーゼが DNA に結合できず，転写されることはない。したがって，転写される領域では（　ウ　）繊維の高次構造がゆるんでいる必要がある。

真核生物では，プロモーター領域に RNA ポリメラーゼだけでなく（　エ　）というタンパク質が結合し，複合体を形成することが必要である。転写調節領域はプロモーターや遺伝子から離れた位置にあり，この領域に調節タンパク質が結合する。このタンパク質が作用することで転写が調節されている。

① 基本転写因子	② ヒスチジン	③ ヌクレオソーム
④ オペレーター	⑤ クロマチン	⑥ DNA ヘリカーゼ
⑦ ヌクレオチド	⑧ ヒストン	⑨ リプレッサー

第 9 講　PART3　確認問題

問 1　原核生物の遺伝子発現では，（　ア　）を単位として，調節タンパク質によって転写が調節される。例えば，ラクトース（　ア　）では，ラクトースがない場合，（　イ　）とよばれる転写調節領域に，リプレッサーが結合しているため，RNA ポリメラーゼが（　ウ　）に結合できず，転写が起こらない。一方，グルコースがなくラクトースがある場合，リプレッサーにラクトース代謝産物が結合して，リプレッサーが（　イ　）から離れるので，RNA ポリメラーゼが（　ウ　）に結合して，転写が起こる。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　シャペロン　　②　オペロン
③　ポンプ　　④　チャネル

(2)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　オペレーター　　②　プライマー
③　プロモーター　　④　イントロン

(3)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　オペレーター　　②　プライマー
③　プロモーター　　④　イントロン

問２　真核生物の DNA は，ヒストンなどのタンパク質とともに折りたたまれて（　ア　）を形成している。転写が行われるとき，この折りたたみがゆるみ，RNA ポリメラーゼが（　イ　）と転写複合体を形成して，プロモーターに結合することで，転写が開始される。

⑴　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ヌクレオチド　　②　クロマチン

③　オペロン　　④　プライマー

⑵　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　基本転写因子　　②　調節タンパク質

③　調節遺伝子　　④　構造遺伝子

第９講　遺伝情報の発現

PART1　遺伝子の発現—転写

問１　①：G　②：C　③：G　④：C　⑤：T

問２　⑥：C　⑦：U　⑧：G　⑨：G　⑩：A

問３　⑴　⑥

⑵　③

PART2　遺伝子の発現—翻訳

⑴　③

⑵　①

PART3　遺伝子の発現調節

問１　ア：調節タンパク質（リプレッサー）　イ：オペレーター　ウ：オペロン

問２　ア：⑧　イ：③　ウ：⑤　エ：①

第 9 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：
原核生物では，機能的に関連しているタンパク質の遺伝子は DNA 上で隣接して存在する。このような構造遺伝子のまとまりを，オペロンという。

(2)　①

解説：
リプレッサーがオペレーターに結合していると，RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できない。

(3)　③

解説：
RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合して，転写が起こる。

問 2

(1)　②

解説：
クロマチンとよばれる構造の状態に応じて，遺伝子の発現のしやすさは変化する。

(2)　①

解説：
真核生物の遺伝子発現には，基本転写因子が必要であり，1 つの構造遺伝子ごとに複数の調節タンパク質によって転写が調節される。